



Vassiss, Xristos (2019).  
 ORCID: [0000-0001-5603-9383](https://orcid.org/0000-0001-5603-9383)

*Hacia un urbanismo ambiental. Diseño bioclimático multiescala aplicado.*

p. 81-101

En:

Hábitat sustentable III / Sergio Padilla Galicia y Víctor Fuentes Freixanet, compiladores. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, 2019. (Colección Arquitectura y urbanismo internacional)

Fuente: ISBN 978-607-28-1753-1 (versión electrónica)

Universidad Autónoma Metropolitana  
 Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

<https://www.azc.uam.mx/>

**CYAD**  
 Ciencias y Artes para el Diseño

<https://www.cyad.online/uam/>

**ÁREA**  
 Arquitectura Urbana e Internacional  
**au**

<http://aui.azc.uam.mx/aui/>

Repositorio Institucional

**Zaloamati**

"Preservar con amor y cariño el saber"

<http://zaloamati.azc.uam.mx>



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como

**Atribución-NoComercial-SinDerivadas**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

D.R. © 2019. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Xristos Vassiss

## Hacia un urbanismo ambiental. Diseño bioclimático multiescala aplicado<sup>1</sup>

**PALABRAS CLAVE:**

**naturaleza, arquitectura,  
sostenibilidad**

**KEYWORDS:**

**nature, architecture,  
sustainability**

### RESUMEN

La arquitectura siempre busca el equilibrio entre dos polos: el natural y el artificial, el ideal y el factible. Necesitamos pasar de un modelo antropocéntrico a un modelo fisiocéntrico o biocéntrico, buscando el equilibrio de la dualidad humano-naturaleza. El factor paisaje da pautas de acción y reflexión.

La situación ambiental actual y la creciente urbanización a escala mundial representan una gran amenaza. La necesidad de cambiar los procesos de construcción y ocupación del suelo es indiscutible y permea el pensamiento arquitectónico. La arquitectura y el urbanismo necesitan replantear su relación con la naturaleza y pasar de la dominación y el consumo al manejo eficiente. Arquitectura, urbanismo, ingenierías, políticas y actores involucrados deben encontrar sinergias proambientales.

### ABSTRACT

Architecture is always seeking for balance between two poles, the natural and the artificial, the ideal and the feasible. We need to pass from an anthropocentric model to a physiocentric or biocentric, looking for the balance of the duality human-nature. The landscape factor gives patterns of action and reflection.

The actual ambient situation and the growing urbanization at global scale represent a great threat. The need to change the process of construction and soil occupation is indisputable and permeate the architectural thinking. Architecture and urbanism need to stake out their relation with nature, from a dominant consumption to a respectful and efficient handling. Architecture, Urbanism, Engineers, Politics and Actors involved need to find pro ambient synergies.

Universidad Autónoma  
Metropolitana- Azcapotzalco  
xristospapillon@hotmail.com

<sup>1</sup>. En la elaboración del presente artículo se contó con la colaboración especial de Moisés Vargas y Spyridon Vassiss.

## Introducción

El diseño bioclimático no es una visión nueva sobre el diseño urbano y arquitectónico, ya que por muchos años representaba un arte, basado en el conocimiento profundo de los factores climáticos a favor del humano. En la realidad contemporánea del desarrollo no planeado, se buscan prototipos y criterios de saneamiento del espacio construido, que apunten al uso racional de los recursos naturales, a la disminución del consumo de energía basada en recursos finitos, la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y el establecimiento del desarrollo sostenible.

El objetivo del presente texto es registrar los criterios de diseño bioclimático y estudiar la relación entre factores ambientales y climáticos (viento, sol, etc.), así como analizar la problemática que surge de la urbanización y construcción masiva, para poder entender cómo emerge la alternativa de acción indispensable hacia un modelo de urbanización ambientalmente sensible con el diseño arquitectónico bioclimático, marcando nuevos ejes de conceptualización, metodologías de acercamiento y definición de proyectos.

Asimismo, el estudio de casos de urbanismo ambiental y arquitectura sostenible pueden ser espacios de análisis de datos que muestran cómo mejoran o mitigan la calidad ambiental, las condiciones microclimáticas locales y la calidad de vida de los usuarios-habitantes. La intención es establecer los marcos reflexivos sobre el futuro de nuestra práctica arquitectónica y urbana (Figura 1).

## Metodología

El marco del análisis se basó en fuentes con temas de diseño urbano, diseño bioclimático, memorias de coloquios y seminarios afines, artículos de revistas científicas, de internet se obtuvo una recolección de material gráfico, notas periodísticas, también se realizaron análisis técnico-teórico de casos de estudio, así como proyectos realizados en la Ciudad de México. En la comprensión y presentación del tema ayudan los esquemas, diagramas e imágenes realizados o recopilados de la bibliografía.

El artículo inicia con una visión de la ciudad como ecosistema, se examinan los problemas principales que degeneran la calidad del ambiente y el hábitat urbano, e intenta registrar de manera amplia los problemas que la misma urbanidad contemporánea genera y cuáles afectan directamente a la ciudad. Después, reflexionamos sobre el término del diseño urbano-arquitectónico bioclimático, como un paradigma nuevo de proyección arquitectónica, urbanización y estructuración espacial que se adapta de manera racional a las condicionantes naturales y aprovechamiento de los recursos energéticos locales.

Los datos sobre las certificaciones ambientales nos dan un panorama de la respuesta a la problemática global a través de indicadores de soluciones ambientales que pueden ayudar a disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente, también aludimos a la normatividad mexicana sobre la construcción, destacando los términos de la aplicación de la tecnología en la construcción de bajo



**Figura 1.** Dualidad naturaleza-antropización. Elaboración del autor.

impacto y sus componentes y objetivos principales, así como su aplicación en casos de estudio, teniendo tres escalas distintas: un microsistema aplicado sobre una edificación existente, con diseño y desarrollo de un sistema innovador de almacenamiento de energía solar; una práctica arquitectónica y constructiva que habla de la presencia de la sostenibilidad en la urbanización y la arquitectura tradicional griega, como una práctica bien establecida y relacionada con el diseño y entendimiento del ambiente, como receptor de la antropización desde tiempos remotos; y una práctica urbana que aplica los principios del urbanismo ambiental a partir de un plan maestro inmobiliario como eje rector metodológico, en la integración del sistema ambiental, dando así un marco empírico al desarrollo de los criterios de diseño sostenible y ambientalmente sensible a escala urbana.

Al final se generan dos marcos de reflexiones abiertos como plataforma para futuras investigaciones, así como las conclusiones del análisis.

## Caracterización.

### El ambiente urbano contemporáneo y sus problemáticas

#### La ciudad como ecosistema

Ante el crecimiento desmedido de las grandes urbes a nivel mundial necesitamos establecer otras visiones de ciudad que no estén apegadas a la práctica actual y a los modelos antropocéntricos que aplican hoy en día en la planeación urbana, a través de las relaciones de dominación, incompatibilidad y consumo establecidas entre ciudades y medio ambiente.

Las afectaciones de la ciudad hacia el medio ambiente parecen tener dos aspectos: por un lado, las ciudades son elementos a proteger y mitigar mientras, por otro lado, ellas mismas son un factor principal en la degradación y contaminación del medio ambiente, ya que sobre éstas caen las consecuencias del desarrollo no sostenible.

La visión de la ciudad como ecosistema sirve aunque sea para fines metodológicos. Así, en el desarrollo y los problemas que generan las ciudades, en la manera como se insertan en el medio ambiente y lo transforman, se observan las “influencias negativas que se desarrollan en

su interior para disminuir la entropía y lograr formas de vida, lo anterior las hace tener características similares a las de los organismos vivos” (Eythymiopoulos, 2000).

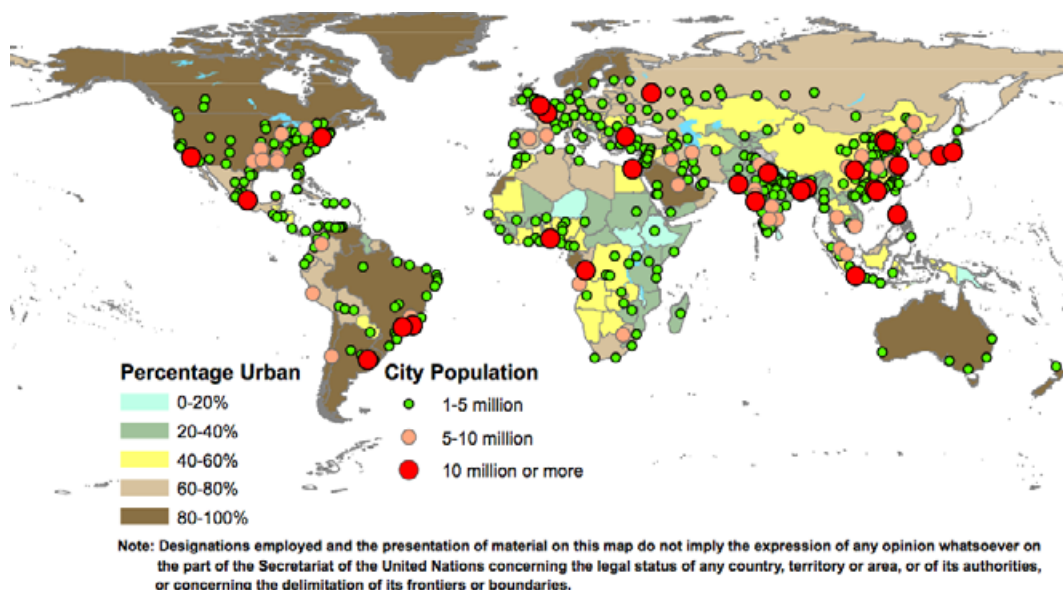
Según Eythymiopoulos, “así como pasa con los demás sistemas biológicos, las ciudades tienen mecanismos endógenos de reproducción: el prototipo urbano se desplaza poco a poco en los demás receptores externos... (espacio natural, tierras agrícolas, zonas de vulnerabilidad ambiental)... creando así nuevas células que más o menos se parecen con la célula madre”.

Así, el “ecosistema” de la ciudad necesita de flujos (energía, información) para alimentar el sistema y desarrollarlo, metabolizando las salidas del sistema. Aquí se encuentra la gran diferencia entre el ecosistema urbano y el natural. En la ciudad se desarrolla un modelo metabólico lineal, mientras que en los ecosistemas naturales un metabolismo cíclico. Asimismo, los recursos naturales que se insertan al sistema urbano, la alimentan y la desarrollan y, en paralelo, degradan el ambiente interno y externo con los desechos que se van produciendo teniendo graves afectaciones (Figura 2).

Entonces, el concepto principal para el acercamiento a la sostenibilidad es el rediseño del metabolismo urbano, para mínimo tener, aunque no se cierre el ciclo, un mayor rendimiento en el uso de los recursos naturales



Figura 2. Estado de México (Pablo López Luz).



**Figura 3.** Mapa población urbana mundial (ONU, 2014).

y su reciclamiento, que nos llevará a disminuir tanto las entradas como las salidas de recursos de la ciudad. En este punto hay que hacer hincapié en que los movimientos biológicos en el estudio de la ciudad, tienen como objetivo reconocer las relaciones complejas y anfidromas entre las funciones urbanas y el ambiente natural y la biósfera.

### El espacio urbano contemporáneo

La creciente población urbana representa una problemática ambiental del espacio urbano contemporáneo, así como un callejón sin salida en el uso excesivo de los recursos naturales, a los cuales los gobiernos no ponen límites en las decisiones de diseño, planeación y políticas urbanas. La política medio ambiental es una plataforma horizontal que permea todas las funciones de la ciudad. La megalópolis actual produce un espiral doble de problemas ecológicos: por fuera tenemos la desaparición de los recursos naturales, y al interior de la ciudad la transformación de estos recursos en desechos.

La ciudad contemporánea sufre de problemas ambientales muy graves y está sujeta a críticas y cuestionamientos sobre su organización, diseño espacial, uso de recursos, desechos, energía y tiempo. Un dato relevante es que la construcción representa el sector con mayor consumo energético y más contaminante en materia de emisiones de CO<sub>2</sub>, pues se estima que consumen 50% de la energía y 75% de electricidad (Architectural, 2017).

Actualmente las ciudades y la población urbana están creciendo a ritmos acelerados. Con un total de 20 millones 843 mil habitantes, la Ciudad de México es la cuarta más poblada del mundo (Informe ONU, 2014), y se prevé que la capital mexicana descienda a la décima

posición en el año 2030, ya que el mismo informe estimó que el aumento de la población en la Ciudad de México alcanzará 23 millones 865 mil habitantes para 2030, por lo que será superada por varias ciudades asiáticas y africanas. En 2014, la urbe más poblada del mundo es Tokio, con 37 millones 833 mil habitantes, seguida por Delhi, con 24 millones 953 mil habitantes, y Shanghái con 22 millones 991 mil pobladores. Luego de la Ciudad de México, las ciudades más pobladas en el mundo son Sao Paulo, con 20 millones 831 habitantes, así como Mumbai y Osaka, ambas con poco más de 20 millones de pobladores.

Para 2030, Tokio, Delhi y Shanghái continuarán siendo las urbes más pobladas, seguidas de Bombay, Beijing, Dhaka, Karachi, Cairo y Lagos. El informe ONU 2014 destaca que 54% de la población mundial vive en áreas urbanas, y que en 2050 estas zonas concentrarán 66% del total de la población en el mundo. Además, señala que el 90% del crecimiento de la población urbana mundial (dos mil 500 millones de habitantes) sucederá en Asia y África, en especial en India, China y Nigeria (Figura 3).

Para 2050, se calcula que India agregará 404 millones de habitantes urbanos a sus ciudades, en tanto que China añadirá 292 millones y Nigeria 212 millones de pobladores. Así, la población urbana en el mundo superará los seis mil millones de habitantes para 2045, lo que supondrá numerosos retos para las ciudades en términos de infraestructura, vivienda, transporte, energía, empleo y servicios básicos. El informe precisa que mientras hoy existen 28 mega-ciudades, que cuentan con más de 10 millones de habitantes, en 2030 habrá 41 de éstas.



### Cambios estructurales y físicos en las ciudades

La urbanización creciente de las últimas décadas, el cambio en los procesos productivos y los objetivos del desarrollo económico, han transformado el paisaje urbano, la densidad y altura de la ciudad, con una disminución dramática del espacio verde, gran comercialización de la vivienda, condiciones de supervivencia poco saludables y edificios energívoros. Esta situación amenaza el equilibrio ecológico y la homeostásis del sistema ambiental, e incide de manera importante en la desaparición de las fuentes naturales y la destrucción del medio ambiente.

Los pobladores de las ciudades, en general, reconocen que las actividades que se desarrollan para la producción y transformación del espacio influyen y condicionan la supervivencia de los sistemas naturales que la soportan, de modo que actualmente existe consenso en la importancia y necesidad de buscar estrategias para mitigar las disfunciones que gradualmente afectan a las ciudades. Además de estas estrategias, se consolida, poco a poco, la necesidad de desarrollar nuevos modelos que sustituyan a los actuales, a fin de reorientar las actividades humanas y técnicas hacia la sostenibilidad, garantizando la supervivencia de la sociedad urbana contemporánea.

La vivienda a gran escala establecida en el marco de la globalización genera una industria altamente contaminante. En muchas ciudades la gente vive en espacios contaminados, con carencia de agua y en condiciones de salubridad nulas. El derecho a la vivienda digna no aplica y el espacio, que cada individuo ocupa, se ha disminuido a causa de la sobrepoblación y monopolización del modo de vida y dinámica urbana.

### Cambio climático y problemas de medio ambiente

La relación mercantil entre el humano y su entorno lo ha alejado de sus procesos naturales de organización de vida, es decir, de sus necesidades biológicas y la percepción de sí mismo como parte del medio ambiente en general. Las condiciones insalubres de habitar el espacio urbano en lo que se refiere a ventilación, humedad, confort climático, coexisten con el desarrollo de la cultura tecnócrata, la cultura del automatismo y el consumo. El intenso consumo de cualquier tipo de

energía para resolver los problemas de la demanda contemporánea de la vivienda y crecimiento urbano, ponen en peligro la vida del humano moderno y en incertidumbre su supervivencia. Los grandes problemas que las ciudades producen y que afectan directamente el medio ambiente, son los siguientes:

- Contaminación atmosférica. México es el segundo país con mayor número de muertes por contaminación atmosférica de toda América Latina. Así lo reporta un estudio realizado por el Clean Air Institute (CAI), destacando que, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), México registra 15 mil decesos por año atribuibles a la contaminación del aire, siendo superada únicamente por Brasil, que acumula 23 mil muertes (Informe Clean Air Institute, 2013).
- Efecto invernadero. Las emisiones mundiales de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), uno de los principales gases de efecto invernadero y un factor que impulsa el cambio climático, aumentaron de 22,400 millones de toneladas métricas en 1990 a 35,800 millones en 2013, lo que representa un incremento de 60%. El aumento de las emisiones de  $\text{CO}_2$  y otros gases ha contribuido a que la temperatura media mundial suba  $0,8^\circ\text{C}$  por encima de los niveles preindustriales (Indicadores del Desarrollo Mundial, 2013). Las emisiones de gases de efecto invernadero “representan solamente el 60% de nuestra huella ecológica mundial” (WWF y Global Footprint, 2017).
- Radiación electromagnética. Los campos electromagnéticos (CEM) tienen su origen en las corrientes eléctricas, siendo muy fuertes cuanto más intensa sea la corriente. En la atmósfera se producen por la acumulación y movimiento de cargas eléctricas (como el caso de las tormentas). El valor límite recomendado para el cuerpo humano es de 5,000 Voltios/metro (V/m). Como ejemplo de referencia, un dispositivo de radio emite 180 V/m (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS). El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC), organismo especializado de la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha clasificado muchos de los campos electromagnéticos producidos por aparatos eléctricos como “posiblemente carcinógenos” para los seres humanos.

- Desaparición de recursos naturales. El costo del sobreconsumo ya es visible: escasez de agua, desertificación, erosión de los suelos, caída de la productividad agrícola y de las reservas de peces, deforestación, desaparición de especies, entre otros problemas.
- Cambios climáticos. Un análisis realizado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), revela que la temperatura media mundial en superficie en 2017 superó aproximadamente en 1,1° grado Celsius a la de la era preindustrial: “En paralelo a las temperaturas cálidas de 2017 se produjeron fenómenos meteorológicos extremos en muchos países del mundo. Los Estados Unidos de América tuvieron que hacer frente al año más costoso en términos de desastres meteorológicos y climáticos, mientras que en otros países se verificó un desarrollo más lento o un retroceso del mismo como consecuencia de los ciclones tropicales, las crecidas y las sequías” (Organización Meteorológica Mundial, 2017).

## La industria de la construcción

### Ciclo de construcción-industria contaminante

El Valle de México es la zona más habitada del país, y una de las más pobladas a nivel mundial. La centralización política y económica, sumada a recientes políticas de gentrificación y densificación, han fomentado la oferta y demanda de construcciones nuevas o remodelaciones, aumentando de manera impresionante la urbanización, las obras públicas, obras viales, desarrollos inmobiliarios comerciales y habitacionales, con un crecimiento desenfrenado tanto horizontal como vertical, con fuertes impactos y degradación del ambiente.

Las actividades de la industria de la construcción se consideran un factor de impulso para la economía y, al mismo tiempo, una especie de reflejo del desarrollo de una ciudad o país. Lamentablemente, cuando estas actividades se llevan a cabo sin una buena planificación, que incluya también los costos que a primera vista parecen intangibles o imperceptibles afectando de manera

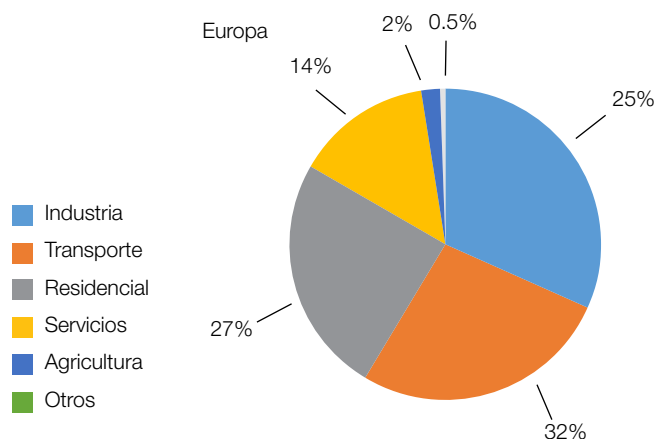
directa la salud y el bienestar humano, el crecimiento se vuelve caótico y tiene repercusiones.

Cabe mencionar que el gasto energético para el funcionamiento y operación de los edificios (para calentamiento y acondicionamiento climático y calentamiento de agua y electricidad) en Europa representa el 50% del consumo total. Pero, además, las edificaciones inciden en la degradación ambiental directa o indirectamente durante su ciclo de vida, así como en el ciclo de vida de sus materiales y elementos que las componen, a través de una serie de actividades humanas y procesos naturales. Estas consecuencias ambientales pueden ser locales, como la producción de desechos, o globales, como el cambio climático, y están presentes durante todas las etapas de su ciclo de vida: desde el extracto y transportación de las materias primas, la fase de construcción, operación y mantenimiento, hasta la muerte y su demolición.

Aun así, generalmente las investigaciones que se realizan antes de calcular el impacto ambiental que tendrá un proyecto inmobiliario se concentran en los materiales empleados y el uso que se dará a la edificación, pasando por alto los perjuicios para la salud humana y del ambiente que provoca una fase importante de cualquier obra: la fase de construcción, siendo un factor principal en la contaminación atmosférica, auditiva y visual.

Mientras las consecuencias de la industria de la construcción representan un problema cada vez más grave a causa del aumento de esta actividad; los conceptos de sustentabilidad y diseño bioclimático aparecieron de manera imperativa para proponer y construir un modelo de edificación más saludable y mitigar los problemas ambientales producto de dicha actividad (Office of the Federal Environmental Executive).

El Programa de Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA), en su guía *Buildings and Climate Change Summary for Decision-Makers 2009*, advierte que: “El sector de la construcción contribuye hasta con el 30% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y consume hasta 40% de toda la energía (...) si no se hace algo al respecto, las emisiones de gases de efecto invernadero (provenientes) de las edificaciones se duplicarán con creces durante los siguientes 20 años”.



**Figura 4.** Contribución de los materiales necesarios para la construcción de 1 m<sup>2</sup> sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a su fabricación (Cuchí A, Wadel G, Lopez F, Sagrera A., 2007).

Este organismo señala que si los responsables de las decisiones están comprometidos con el cumplimiento de los objetivos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, deben hacerse cargo también de las emisiones generadas por el sector de la construcción. Y agrega, “la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero que surgen a partir de la construcción debe ser la piedra angular de toda estrategia nacional contra el cambio climático” (Figura 4).

### Marco técnico. Diseño bioclimático

#### Componentes principales del diseño bioclimático

El diseño bioclimático opta por soluciones pasivas, sin necesidad de la tecnología para operar, presentando elementos metodológicos y de aproximación al proyecto arquitectónico o urbano a elaborar. Los principales componentes se podrían agrupar en las siguientes categorías.

A. Disminución del consumo energético que proviene de fuentes no renovables:

- Materiales que se producen y transportan con el menor consumo de energía no proveniente de fuentes renovables.
- Técnicas constructivas que consumen menos energía no proveniente de fuentes renovables.
- El diseño pasivo tiene que disminuir la dependencia de operación y mantenimiento con energía no proveniente de fuentes renovables.
- Aplicación de sistemas de funcionamiento y operación que consumen energía renovable.

B. Ahorro de agua:

- Recolección de agua pluvial.
- Diseño de instalación hidráulica eficiente.
- Reutilización de agua.
- Separación de aguas pluviales, grises y negras.

C. Sobrecalentamiento de los edificios:

- Evitar calentamiento directo del sol con grandes superficies expuestas.
- Aislamiento térmico.
- Radiación del calor hacia arriba.
- Dispositivos de control solar y sombras en exterior.
- Acondicionamiento natural.
- Ventilación natural.
- Ventilación por subsuelo.
- Espacios semi abiertos articuladores del espacio.
- Configuración del espacio abierto.
- Aprovechamiento de las masas aéreas.
- Sembrado eficiente de vegetación.

D. Materiales seleccionados con criterios ecológicos:

- Que no liberen grandes cantidades de CO<sub>2</sub>.
- Que no incidan en la destrucción de la capa de ozono.
- Que no requieran gran consumo de energía no renovable.
- Que sean reciclados o reciclables.
- Amigables al usuario.

#### Certificaciones verdes en México y el mundo

Las certificaciones ambientales de edificios son herramientas de aplicación voluntaria, pensadas para





Figura 5. Mapa mundial de certificaciones ambientales (www.ecohabitar.org).

identificar su calidad ambiental a través de una etiqueta y acompañar su proceso de diseño. Suponen el reconocimiento de una organización independiente, tanto del promotor como del proyectista, de los valores medioambientales de un edificio a través de la aplicación de una metodología de evaluación reconocida.

Su gran contribución, aparte de identificar el comportamiento ambiental del edificio, es poder incidir en ello, detectando sus puntos débiles y sugiriendo mejoras. En el proceso de certificación intervienen el promotor, el proyectista y la entidad certificadora, que emite el certificado después de realizar un control de los datos ambientales del edificio, y el certificador, que además de elaborar estos datos, puede intervenir a lo largo del proceso como asesor para aportar mejoras ambientales. Algunas de las certificaciones tienen difusión internacional como la estadounidense LEED, la inglesa BREEAM o la alemana DGNB. Las primeras certificaciones —BREEAMI, LEED2 y GBTOOL3— surgen en los años 90, como respuesta a la toma de conciencia de que nuestro planeta tiene recursos limitados. Se pueden encontrar certificaciones de código abierto, como ECÓMETRO6 y OPENHOUSE7, que se desarrollan con un trabajo abierto y colaborativo (Figura 5).

### *¿En qué consisten?*

Las certificaciones ambientales de edificios tienen origen en la necesidad de que el sector de la edificación, para acelerar su cambio hacia prácticas sostenibles, disponga de un medio simple para identificar el comportamiento ambiental de sistemas tan complejos como los edificios, porque “lo que no se define no se puede medir, lo que no se mide, no se puede mejorar, lo que no se mejora, se degrada siempre”.

Todos los programas de certificación (las herramientas informáticas que se aplican para obtener la certificación) consisten en una selección de indicadores de sostenibilidad, cada uno de los cuales asocia una valoración a un aspecto de la sostenibilidad ambiental, social o económica de un edificio, éstos son parámetros medidos u observados que describen el estado del medioambiente, el más famoso es la emisión de CO<sub>2</sub>.

### *La normatividad aplicada en México*

En el país existen una serie de normas para la construcción menos contaminantes; son emitidas por la Secretaría de Energía (SENER), sin embargo, se utilizan únicamente como un sistema de evaluación y no como normas obligatorias, a continuación las más significativas:

1. Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES). En 2008 el Gobierno del Distrito

Federal (GDF) puso en marcha este programa que pretende establecer un estándar para calificar los edificios tanto habitacionales como comerciales y ofrecer así una serie de incentivos fiscales, que van desde descuentos en el impuesto predial y licencias de construcción hasta financiamientos a tasas preferenciales y rapidez en la ejecución de trámites.

2. NMX-AA-164-SCFI-2013 de Edificación Sustentable. Esta norma mexicana, de aplicación voluntaria a nivel nacional, especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable. Aplica a las edificaciones y sus obras exteriores, ya sean individuales o en conjuntos de edificios, nuevas o existentes, sobre uno o varios predios, en arrendamiento o propias. Se emplea en una o varias de sus fases: diseño, construcción, operación, mantenimiento y demolición, incluyendo proyectos de remodelación, renovación o reacondicionamiento del edificio.

3. NMX-AA-171-SCFI-2014 de Requisitos y Especificaciones de desempeño ambiental de establecimientos de hospedaje. Esta norma tiene como objetivo establecer los requisitos y especificaciones de desempeño ambiental para la operación de establecimientos de hospedaje en la república. Aplica a los interesados en demostrar el cumplimiento de los requisitos.

4. NMX-AA-SCFI-157-2012 de Requisitos y Especificaciones de Sustentabilidad para la selección del Sitio, Diseño, Construcción, Operación y Abandono del Sitio de Desarrollos Inmobiliarios Turísticos en la Zona Costera de la Península de Yucatán. La norma es de cumplimiento voluntario y constituye un marco de referencia de sustentabilidad turística, estableciendo las bases para un esquema de certificación, según información de la Semarnat.

5. Hipoteca Verde del Infonavit. Este crédito fue creado en 2010 por esta institución para que el derechohabiente pueda comprar una vivienda ecológica y así obtener una mayor calidad de vida mediante el uso de las ecotecnologías que disminuyen los consumos de energía eléctrica, de agua y de gas.

6. Sí Se Vive, del Infonavit. La creación de este sistema de evaluación de “vivienda verde” en 2012, tiene como objetivo medir la eficiencia de las viviendas mediante el uso de dispositivos ahorradores.

### *Certificaciones internacionales*

1. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). La certificación que otorga el Consejo de Edificios Verdes de Estados Unidos (U.S. Green Building Council, USGBC), evalúa el comportamiento medioambiental que tendrá un edificio a lo largo de su ciclo de vida. El sistema de evaluación depende de cada una de las cinco categorías existentes que califican elementos como la ubicación y transporte, la eficiencia en el uso de agua, innovación en estrategias de generación de energía, entre otras.

Las categorías son: Diseño y Construcción de Edificios (Building Design and Construction), Diseño y Construcción de Interiores (Interior Design and Construction), Operación y Mantenimiento en Edificios (Building Operations and Maintenance), Desarrollo de vivienda (Homes) y Desarrollo de suburbios (Neighborhood Development). Además, existe un rango para cada certificación dependiendo del puntaje alcanzado que van desde la pura Certificación LEED (40-49 puntos), Certificación de Plata (50-59), Certificación de Oro (60-79) y Certificación Platinum (80+).

2. Living Building Challenge del International Living Future Institute. Esta certificación internacional fue creada en 2006 por el International Living Future Institute, tiene un sistema de calificación riguroso en las construcciones sustentables, ya que busca que cumpla con diversos requerimientos, entre ellos, el uso de la energía cero, el tratamiento de los residuos y el agua, y un mínimo de 12 meses de operación continua. Su aplicación en México inició en 2009 y se están consolidando las bases para apoyar la formación de lo que sería el Living Future Institute de México, con el apoyo del Departamento de Arquitectura de la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México.

3. BREAM. Esta certificación la realiza un grupo de empresas sin fines de lucro en el Reino Unido y establece el estándar para evaluar el diseño, la construcción y su uso. Las medidas usadas representan un amplio rango de categorías y criterios que van desde la energía a la ecología.

4. Earth Check. Es un programa internacional, producto de una decisión del gobierno australiano de establecer una organización estratégica para el sector

turismo, que ofrece servicios de evaluación, certificación y productos relacionados con el diseño en la edificación sustentable utilizados por la industria de viajes y turismo. Entre sus objetivos está el de apoyar a los gobiernos locales y desarrolladores en las primeras etapas de su planificación y diseño en recintos, edificios e infraestructura relacionada. Asimismo, Fonatur firmó, recientemente, un acuerdo con Earth Check para trabajar conjuntamente en el futuro desarrollo de eco-destinos de clase mundial.

## La tecnología de construcción verde

### El papel de la tecnología en la resolución de problemas

Con la crisis ecológica que experimentamos, la tecnología de construcción moderna busca responder a los nuevos requisitos de un diseño arquitectónico que aporte sustentabilidad al ambiente, conocido con términos como: “arquitectura bioclimática”, “edificios inteligentes-Smart buildings”, “edificios verdes”, “sustentables”, así como múltiples sensores de luz, recolectores solares, muros Tromp –de alta absorción térmica, arcos fotovoltaicos, electrogeneradores de hidrógeno etc. Junto con el arquitecto especialista, las destrezas de la tecnología y el automatismo de las fuentes de energía renovables, se dan soluciones a los problemas energéticos, problemas creados por la filosofía de facilitar la vida y la ganancia industrial del siglo xx.

### Eficiencia energética

Se trata de un proceso de mejora continua, basado en cuatro etapas: medir, establecer bases, automatizar y, finalmente, controlar y mejorar. De esta manera se obtiene un enfoque estructurado que permitirá lograr los potenciales ahorros detectados.

*La medición.* Paso imprescindible para poder entender en dónde están los principales consumos, cuál es el patrón de consumo, etc. Su objetivo es saber dónde, cómo, cuándo y por qué un edificio consume energía. La medición inicial, en caso de instauración de tecnología en edificación existente y operando, permite conocer el grado de eficiencia de las instalaciones, definir los principales ejes de mejora y estimar el potencial de ahorro.

*Establecer Bases.* También es conocido como eficiencia energética pasiva, y consiste en la realización de acciones, criterios de diseño bioclimático pasivo y aplicación de esos criterios en un diseño que apunta hacia un ahorro energético y mejor comportamiento de la edificación ante las condiciones climáticas del lugar. La tecnología debe ir después, tratando de mejorar elementos.

*Automatización.* Cualquier elemento que consuma energía debe ser controlado de forma activa, para lograr ahorros constantes. La eficiencia energética activa no sólo puede lograrse con dispositivos de bajo consumo, sino con todo tipo de dispositivos de uso energético, por lo que, en este aspecto, el control es indispensable para alcanzar la máxima eficiencia.

*Control y monitoreo.* Sin supervisión no es posible obtener información real y, sin ésta, se puede entrar en un proceso de degradación; es por ello que, para una gestión energética óptima, es necesario disponer de un sistema de supervisión que proporcione un flujo constante de información.

### El confort biológico

Este aspecto está relacionado con la temperatura óptima, es decir, aprovechamiento de la morfología de la piel de la edificación como elemento de control y minimización de la energía requerida, el uso de materiales de construcción amigables al humano y al medio ambiente, pues representan parámetros del diseño arquitectónico ecológico que apuntan a un hábitat auto regulado climática y energéticamente.

Los resultados de la tendencia arquitectónica antes descrita, que se aplica en su mayoría en tipologías más públicas de edificaciones y no tanto en el sector de la vivienda privada, representan una sensibilización del gremio ante los problemas ecológicos contemporáneos. Sin embargo, existe un alto grado de dependencia entre este tipo de construcción con la tecnología utilizada y los medios de producción, así como el costo muy alto de su aplicación, que a final de cuentas resulta poco accesible para el ciudadano promedio.

## Referentes

### Aplicaciones de los principios del diseño bioclimático

Los criterios de diseño antes descritos, tanto referentes a sistemas activos o sistemas pasivos de diseño bioclimático, encuentran su aplicación a tres escalas de actuación. Las metodologías utilizadas se exponen a continuación.

#### PROYECTO 1: Escala Microsistema

*Proyecto de implementación de microsistema de almacenamiento de energía Solar en edificación existente.*

Oficinas VINCI, Toulouse, Francia (2016).

Edificio de oficinas alimentado por un sistema solar con almacenamiento electroquímico.

Retos del proyecto:

Disminución del costo de factura de luz, a través de:

- Producción de energía solar para el autoconsumo de las oficinas.
- Almacenamiento de energía en baterías Li-ion NMC para optimizar la energía solar producida.

Economía en gastos:

- Utilización inteligente del material no usado al final de una obra de planta fotovoltaica de 8MWp en el sur de Francia (paneles solares, tableros eléctricos, cables).

El objetivo de este sistema es alimentar las instalaciones eléctricas de las oficinas de la compañía, sin conexiones con la red de la luz o cualquier otro tablero eléctrico existente.

Los principales componentes del demostrador son:

- 13 paneles solares con una potencia de 230 Wp/unidad, montados en dos contenedores de 20 pies,
- un inversor híbrido de 3kW para la gestión de la energía solar y de las baterías en un solo equipo,
- un tablero de almacenamiento con 2 baterías Li-ion NMC con una capacidad de 2,7 kWh / unidad,
- una tablero eléctrico compuesto de protecciones eléctricas CA y CC e instalaciones de comunicación,
- un sistema de montaje para los paneles solares,
- un sistema de monitoreo conectado a la red de las

oficinas que permite controlar el sistema en tiempo real.

En la Figura 6 se muestra el diagrama del Plan Conceptual del proyecto; y el proceso de instalación en las Figuras 7 a 11.

## Resultados

El sistema instaurado logró bajar el costo de la factura y consumo de energía en un promedio de 40%, cumpliendo con las expectativas del equipo técnico. El costo de la instalación será recuperado por ahorros económicos en aproximadamente 10 años después de su instalación.

#### PROYECTO 2: Escala arquitectura y construcción

*Principios bioclimáticos en la arquitectura tradicional griega. Investigación sobre las soluciones constructivas y de diseño*

La visión de la arquitectura se limita a ofrecer sus servicios a la industria de la construcción altamente contaminante. Ante un ambiente de presión inmobiliaria, el sector de la construcción es sumamente lucrativo para los involucrados: gobiernos y sectores privados. Así la urbanización tiene que responder a una sobredemanda de vivienda de muy baja calidad. En este escenario, la arquitectura busca paradigmas e inspiraciones para poder cambiar el modo de proyectar y construir de manera menos agresiva para el medio ambiente.

El diseño y construcción en la tradición griega dan respuestas a esta problemática contemporánea del edificio energívoro y contaminante. La vivienda tradicional representa un sistema autoadaptable climáticamente. Tanto en la morfología y la volumetría arquitectónica como en su organización interna, la arquitectura tradicional griega representa, hoy en día, un paradigma de diseño sustentable, así como una fuente valiosa de propuestas ante los problemas energéticos del espacio edificado. Es la arquitectura inteligente, adaptada a condicionantes específicas del lugar, flexible pero al mismo tiempo con una esencia de permanencia, pensada bajo premisas arquitectónicas de calidad que nos recuerdan lo esencial de la práctica arquitectónica: dar respuestas espaciales adecuadas tanto a

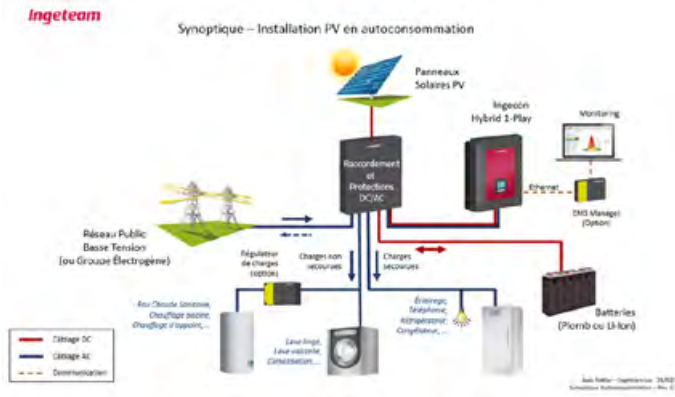


Figura 6. Esquema Plan conceptual. Elaboración Spyridon Vassiss.



Figura 7. Imágenes del proceso de desarrollo (Spyridon Vassiss).



Figura 8. Instalación solar externa (Spyridon Vassiss).



Figura 9. Instalación eléctrica interna (Spyridon Vassiss).

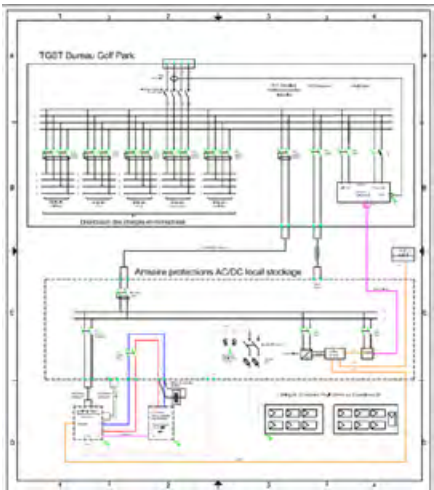


Figura 10. Plan eléctrico de la instalación.

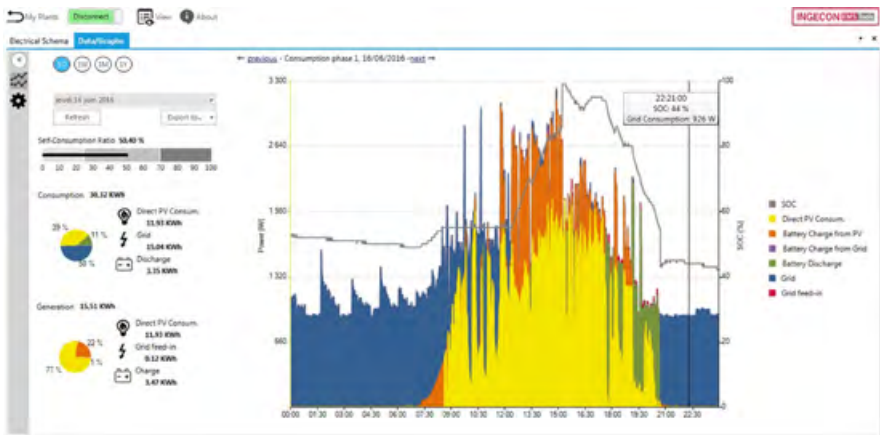


Figura 11. Monitoreo del sistema.



actividades y formas de actuar del humano como al lugar donde se asienta.

El aprovechamiento de los recursos naturales en contra de su sobreexplotación actual, tiene que ver con el hecho de entender que el humano depende de la naturaleza en todos los niveles. Los materiales de construcción (piedras, tierra, paja, piedra ligera, madera, mármol, etc.) se recolectan del entorno directo y se usan con muy poco o nulo tratamiento. Materiales naturales, amigables al humano son la base de una manera de construcción no dependiente del tratamiento industrial de la materia prima y su transportación de otras regiones, con el propósito de no gastar recursos energéticos. Hay que mencionar que esos mismos son reutilizables en su estado natural sin perder sus características como resistencia, concentración y funcionalidad.

La filosofía misma y el concepto de la arquitectura tradicional griega están muy ligados a la sostenibilidad. El aprovechamiento del paisaje, la orientación, los materiales de construcción regionales, la organización del espacio conforme a los cambios climáticos, así como otros factores, representan las herramientas a utilizar para generar un concepto de diseño bioclimático de la vivienda y, en general, del desarrollo de las concentraciones de construcción que llegaron a ser pueblos. Como señala Aris Konstandinidis (1978): “Hacer arquitectura no es encontrar el edificio perfecto y colocarlo en el terreno que tienes, sino diseñar el edificio que encaja mejor en el terreno” (Figura 12).

### *Componentes principales del diseño bioclimático en la tradición griega*

El concepto de economía en la arquitectura tradicional griega es multidimensional, ya que representa asentarse de la mejor manera y ser eficiente en el manejo de recursos y energía. El inicio de la construcción de vivienda depende de la localización, además de utilizar criterios como la geomorfología, las condiciones climáticas y los recursos existentes, por ejemplo, su relación con el sol, el viento y la cercanía del agua; la protección de los vientos provenientes del norte y el aprovechamiento de la orientación hacia el sur, donde hay más sol en invierno, con corrientes de aire fresco; un suelo estable y la vegetación alta, así como las fuentes de agua natural, todo lo anterior son indicadores de una localización óptima.

La zonificación de los edificios debe ser tal, para permitir la entrada del aire y la iluminación natural en cada edificio. En particular, en lugares donde la pendiente natural es muy acentuada, los edificios se ubican en el espacio, para no tapan la vista de ninguno de ellos. El conjunto del asentamiento se edifica con criterios de esparcimiento equilibrado, aprovechamiento de fuentes de agua, la mejor dotación de equipamiento a los barrios, así como plazas, cafetería tradicional, mercado, escuela, iglesia, etc., que se encuentran concentrados en un centro o en varios (en caso de traza urbana poli céntrica), en lugares céntricos de esos asentamientos para una fácil accesibilidad de todos los habitantes (Figura 13).



**Figura 12.** Dimitsana Arkadias, imagen panorámica (travelphoto.gr).



**Figura 13.** Tzoumerca Epirus (gettyimages.com).



### *Criterios de diseño en la arquitectura tradicional helénica*

A continuación exponemos los aciertos bioclimáticos de la arquitectura tradicional griega:

#### A. Disminución del consumo energético que proviene de fuentes no renovables.

Una distorsión del concepto de construcción ecológica se presenta cuando optamos por materiales, por una parte amigables al medio ambiente, pero por otra, provenientes de regiones lejanas (por ejemplo traer madera de Indonesia). La energía requerida para la transportación de dichos materiales es uno de los factores principales en la destrucción del medio ambiente. La arquitectura contemporánea y el movimiento moderno con su concepto atópico —no relacionado con el territorio inmediato— ha agravado este problema.

El uso de materiales de construcción locales en la arquitectura vernácula se debe a las limitaciones de medios de transporte en los tiempos más antiguos, representando un proceso de selección eficiente e inteligente que incide en la riqueza morfológica de la tradición arquitectónica griega.

Entre las creaciones más interesantes de la arquitectura tradicional griega se encuentran los molinos de viento y de agua. Son construcciones diseñadas con conocimiento especializado en el aprovechamiento de las energías renovables, son hitos importantes

de los asentamientos tradicionales en todo el país. Cabe mencionar que en Kythnos, en 1982, se instalaron cinco generadores de energía (molinos de viento), creando así el primer parque eólico en Europa (Figura 14).

#### B. Disminución del consumo energético para calentamiento del edificio

Los materiales naturales de los muros tienen una gran termocapacidad. Los muros de piedra tienen un espesor de 0.60-0.80 m, lo que funciona como aislante con pequeños cambios de temperatura. En algunos casos el espesor puede llegar a 1.00 m, cuando el edificio tiene 4 o 5 niveles. Los muros de piedra normalmente se construyen con la piedra del lugar, sobrepuesta nada más, sin mezcla entre piedra y piedra, pero los constructores tienen mucho cuidado en las juntas para que el interior de la construcción no se vea afectado por los vientos y la lluvia. Los espacios de estar, principalmente en invierno, tienen pocas aperturas.

Hay contacto con el suelo en los espacios sumergidos, como los sótanos, y en edificaciones que estaban en topografía accidentada que prevalece en el paisaje griego. En muchos casos en climas fríos, en la planta baja de la edificación vivían los animales que radian calor y el entrepiso de madera permitía aprovecharlo en los pisos ascendientes (Figura 15).



Figura 14. Molinos de viento en Kythnos (perierga.gr).



Figura 15. Construcciones de piedra, Mani Lakonias (athinorama.gr).

### C. Economía de agua

En las casas tradicionales, pero también en espacios públicos, se encuentran las *sternes*, cisternas recolectores de agua pluvial subterráneas. El techo, plano en el caso de las islas, sirve para la recolección del agua pluvial, ya que la mayoría de las islas tienen problema en el suministro de agua. El agua se canaliza y se almacena en cisternas subterráneas para el riego de los cultivos, las plantas y los animales de la casa. En muchos casos dentro de las cisternas viven anguilas, que sirven para matar a los microorganismos que se generan dentro y mantener el agua limpia. Las cisternas llegan a ser elementos tradicionales de los espacios abiertos.

### D. Espacio exterior y piel arquitectónica

Hay que mencionar que como parte de la conceptualización volumétrica a escala de vivienda y de conjunto, hay un espacio tradicional que se llama “espacio intermedio vital”. Se trata de túneles creados por arcos en el perímetro y el exterior de los edificios que son espacios semi abiertos, que con su sombra generan pausas de microclimas frescos dentro de los recorridos arquitectónicos y urbanos. También permiten la circulación de las corrientes de aire generando corrientes frescas.

La vegetación forma parte importante en el comportamiento climático de la vivienda. Las hojas no

se calientan y permiten la penetración del viento. Los árboles caducifolios se ubican en la fachada sur generando sombra en verano y dejando la radiación solar en invierno. En la fachada norte los árboles perennes generan un rompe vientos natural. Las enredaderas se usan en las fachadas oriente y poniente generando un aislante natural. También pueden trabajar junto con las pérgolas para la generación de sombra en espacios exteriores (Figura 16).

### E. Evitar sobrecalentamiento

En la mayoría de las zonas de Grecia el evitar el sobrecalentamiento de las edificaciones es uno de los objetivos principales del diseño.

Por tanto, se busca una relación muro vano congruente con la radiación solar. Norte y oeste no son fachadas abiertas, sin embargo, pequeñas aperturas en la fachada norte ayudan en verano a la ventilación cruzada. Las ventanas pequeñas que se encuentran en el lado norte del edificio sirven para aumentar los niveles de iluminación y ventilación, también su pequeño tamaño sirve para aislar la temperatura interior. En la parte sur, los vanos son más amplios permitiendo la penetración de la luz solar en invierno, y no dejándola pasar en verano, con el uso de pequeñas techumbres, pérgolas y balcones que se extienden según la inclinación del sol cuando sea deseable.



**Figura 16.** Tratamiento de fachadas y espacios exteriores en Apeiranthos, Naxos (Xristos Vassis).

En las *Cyclades* los techos de las edificaciones son blancos ya que emiten la radiación solar hacia arriba y ayudan a mantener fresca la casa. Los tratamientos de fachada son bajo técnicas de disminución de la radiación solar y generación de sombra. En la fachada del edificio se ubican varios elementos, así como pergolados, mallas de hilo con vegetación, pequeños balcones, pequeñas techumbres de medio metro, etc. Todo ello para generar texturas en las fachadas y así evitar su sobrecalentamiento con la superficie que recibe la radiación solar. Es frecuente, en la construcción de estos edificios, el uso de volúmenes arquitectónicos que sobresalen, su papel, entre otros, es llegar al máximo aprovechamiento de la radiación solar de una ventana según el comportamiento climático anual y la posición del sol.

Las ventanas sur-norte sin interrupción permiten la ventilación cruzada, ya que en esa dirección generalmente son los vientos dominantes del territorio griego. En la noche el aire caliente escapa con el aire más fresco exterior a través de ventanas altas y chimeneas.

#### F. Aprovechamiento del viento

En este tema de la orientación adecuada se han involucrado Aristóteles, Ipódamo, Xenofón, Vitruvio y otros. La orientación y la masa edificada debe permitir o disminuir los flujos de viento dentro del poblado, dependiendo de la estación del año en la que se encuentra. En las islas la protección de los vientos del norte viene a complementarse con las temperaturas altas del verano. Por esta condición, se desarrollan concentraciones muy densas, con edificios que representan masas construidas corridas, para que siga manteniéndose el sur como punto de orientación principal, pero que en verano un edificio de sombra al colindante para generar microclimas más frescos. El sembrado de los árboles cumple fines de aclimatización, ya que es generador de barreras y microclimas locales urbanos.

#### G. La vida en el exterior

La vida en Grecia se desarrolla en el exterior. Los espacios abiertos de un lado, conocidos como *hayati*,

es una helenización de la palabra árabe que significa vida, ya que es el espacio que alberga la mayoría de la vida cotidiana. El diseño de estos espacios muestra el mejor aprovechamiento de las condiciones climáticas agradables en la mayoría del año y una economía en materiales de construcción para la generación de espacios. Estos espacios existen desde la antigüedad sin interrupción en la construcción.

#### H. Se dividen espacios para invierno y verano

En los espacios de planta baja con muros gruesos con gran termocapacidad y pisos superiores prevalecen los espacios de invierno y arriba los de verano con muros ligeros con poca termocapacidad.

#### I. Materiales de construcción

Los materiales de construcción en la arquitectura vernácula griega son los que se encuentran en el lugar donde se construye el edificio. La piedra y la madera son los materiales principales y pueden tener variaciones, según las condiciones de cada sitio. Aquí se exponen cualidades ambientales de dichos materiales de construcción:

- No liberan mucho CO<sub>2</sub>
- No afectan la capa de ozono.
- No requieren de gran gasto de energía no renovable.
- Son reciclables.
- Su extracción del suelo no deja huella al medio ambiente.

#### PROYECTO 3: Escala urbanización

##### *Proyecto de urbanismo ambiental*

Los principios del urbanismo ambiental son los siguientes:

- Reconocer al suelo como un recurso ambiental.
- El diseño, planificación y ordenamiento territorial como un instrumento técnico-jurídico que garantiza la preservación del medio ambiente.
- Modelos de urbanización de bajo impacto y alta eficiencia y comportamiento metabólico integrado con la naturaleza.

Los objetivos principales fueron la mejora del hábitat y la calidad de vida. Bajo estas premisas se desarrolló el Plan Maestro Urbanístico La Terna, zona de crecimiento urbano en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

PROYECTO: Plan Maestro Urbanístico La Terna,  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
33 Ha.

### Metodología

Se estudiaron tres grandes marcos de referencia para elegir los criterios de diseño ambientalmente sensible y de bajo impacto.

#### A1. Aspectos normativos

- Programa de ordenamiento de la zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez.
- Programa de desarrollo urbano del centro de población de Tuxtla Gutiérrez, 2007.
- Ley de fraccionamientos y conjuntos habitacionales para el estado y los municipios de Chiapas.

#### A2. Vulnerabilidad y riesgos

Construir en zonas de escurrimiento hídrico.

#### A3. Análisis del sistema ambiental

Se estudian aspectos como topografía, pendientes naturales, escurrimientos hídricos, inundaciones ordinarias-extraordinarias (Figura 17).

#### A4. Análisis de sitio

Se define la Zonificación Primaria que consiste en la integración del sistema ambiental con el diseño urbano como criterio rector del proyecto.

En un segundo análisis, con la información extraída del primer nivel de investigación y cruzando variables de: inundaciones ordinarias-extraordinarias, vulnerabilidad por pendiente de terreno y corredores biológicos (Figura 18), se establece como eje de actuación la conservación del Corredor Ambiental Hidrológico.

En una tercera etapa, con la definición del Corredor Ambiental como punto central y elemento que define las decisiones de diseño, se establecen los componentes rectores de diseño urbano para la elaboración del Plan

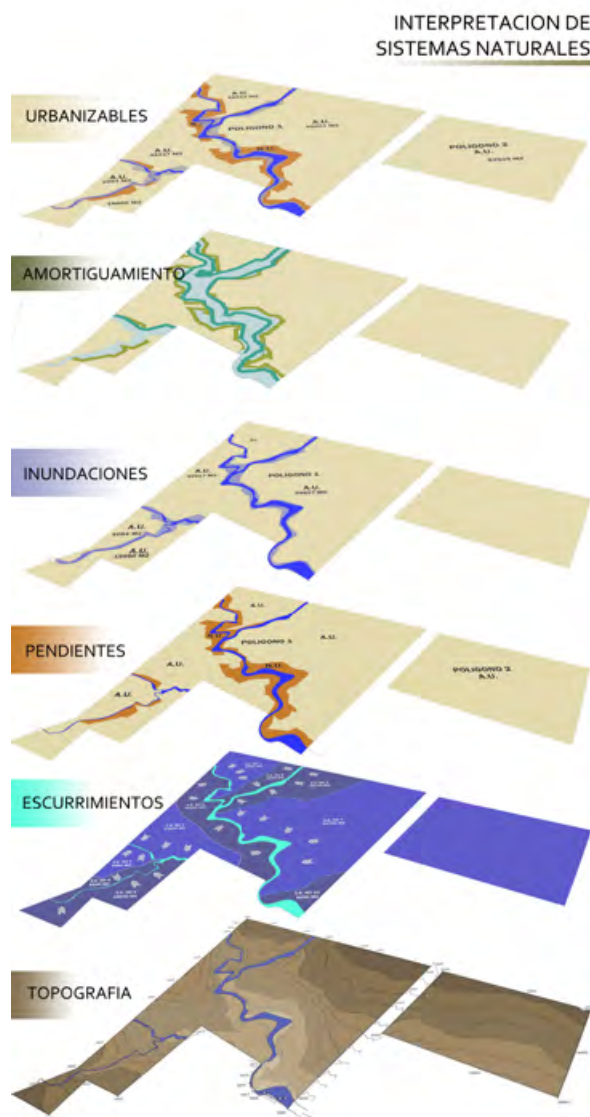


Figura 17. Análisis del sistema ambiental, elaboración ATTHIKA.

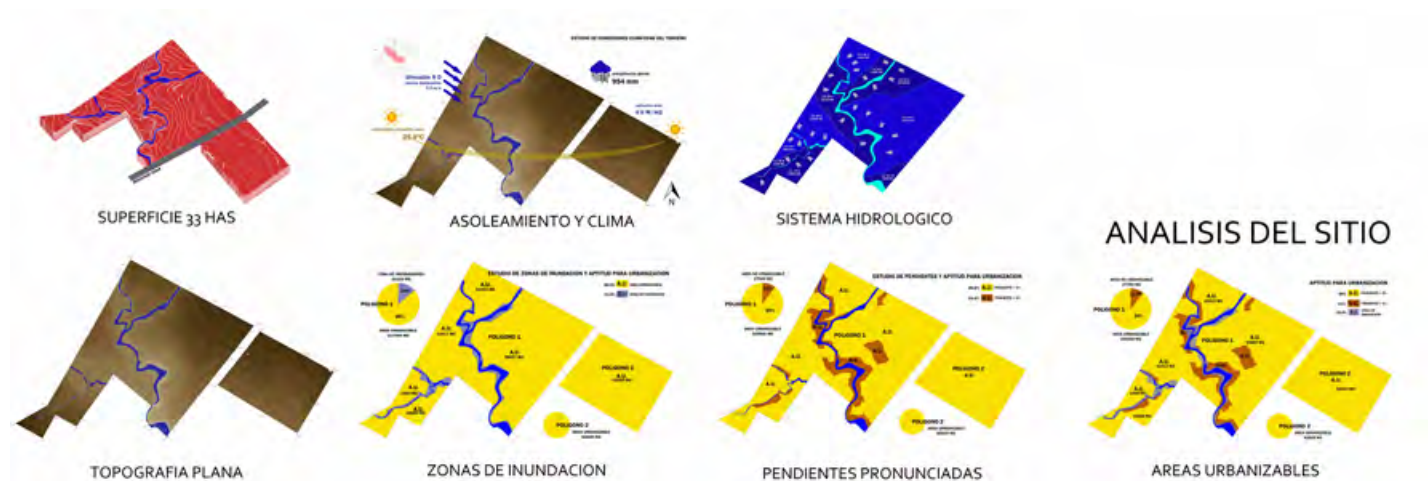


Figura 18. Análisis micrositio, elaboración ATTHIKA.

Maestro Urbanístico La Terna, dando énfasis a los siguientes componentes de diseño:

- Esquemas de lotificación
- Secciones viales
- Cortes de transición espacial
- Potencial de amenidades

(Figuras 19 a 23)

*Principios de Urbanismo Ambiental aplicados en el proyecto:*

- Condiciones naturales, topografía y cuerpos de agua representan factores primordiales en la estructuración espacial de la propuesta.
- Condiciones extraordinarias de vulnerabilidad, inundaciones y zonas de deslave, como delimitadores de zonas de actuación.
- Paisaje integrador a través de terrazas para asegurar amortiguamiento y mitigación de condiciones de vulnerabilidad.
- Adaptación mediante la urbanización como recurso ambiental.
- Infraestructura azul con el ciclo de agua integrado: azul, gris, negra.
- Infraestructura Verde, islas urbanas de microclimas, captación CO<sub>2</sub>.
- Generación de plusvalía mediante la naturaleza.







## Reflexiones finales

### La realidad a confrontar

La necesidad de cambios radicales en la práctica arquitectónica y urbana global propicia espacios de reflexión sobre pautas y conceptos rectores que apuntan hacia el establecimiento de un diálogo respetuoso entre arquitectura-urbanismo y naturaleza. La naturaleza es recurso valioso e indicador de bienestar. El contacto con ella implica una interacción respetuosa. La naturaleza no está para ser dominada y explotada, los recursos naturales son, en su mayoría, finitos. El agua, el suelo, el aire, la biodiversidad son afectados negativamente por la actividad humana de la cultura contemporánea, masiva, consumidora y explotadora. Los daños que se han generado, en varios de los sistemas ambientales, son irreversibles.

### El regreso a las raíces

La identidad de cada región debe ser exaltada y funcionar como eje organizador de la práctica arquitectónica. La visión de la construcción de la vivienda a escala nacional no puede cumplir con la diversidad de población, recursos naturales, tipologías y técnicas constructivas. Esa diversidad responde a diferentes microclimas, recursos y paisajes.

### La arquitectura atópica

La relación de la arquitectura con el sitio donde se asienta ha perdido uno de los componentes principales, el de la materialidad. Los materiales de construcción son procesados y tratados industrialmente y la procedencia de sus componentes es desconocida. No sabemos de dónde vienen los materiales que conseguimos en los puntos de distribución finales de la cadena: las casas de materiales. Aparte del gasto energético que eso implica, cuestiona la esencia más pura de la arquitectura, el transformar el hábitat, antropización inmediata para cumplir cierta funcionalidad espacial.

### La arquitectura tópica

Los materiales de construcción locales se recolectan del entorno directo y se usan con muy poco o nulo

tratamiento. En su concepción, la arquitectura viene a transformar el entorno próximo con los mismos recursos inmediatos. Los materiales de construcción no necesitan de acabados y se comportan eficientemente ante los cambios de temperatura que la edificación sufre durante el año. El diseño y composición sigue la lógica de adaptación topográfica, climática, paisajística y funcional.

## Camino hacia la mitigación de los problemas ambientales

Los intentos contemporáneos de mitigación del cambio climático deberían replantear el concepto de economía actual. Etimológicamente:

- Ecología (οικο-λογία) es el hablar de la naturaleza
- Economía (οικο-νομία) es la administración de la casa, casa concebida como la naturaleza,
- Ecogenia (οικο-γένεια) es la familia, generadora de la casa.

Se necesita replantear el concepto de economía en relación a la escala individual y nuclear de nuestra sociedad y la arquitectura hasta ahora no ha contribuido en tal objetivo. Los metros cuadrados de vivienda y espacio común que le corresponde a la mayoría de la población mundial no permite a la individualidad ser desarrollada, componente necesario en grandes cambios.

Si la arquitectura no se despegue de la escala global, sujeta a programas contaminados de corrupción a nivel nacional o regional, y no regresa a dar respuestas a escala local, inmediata y pensada bajo premisas de economía de cualquier tipo de recurso involucrado, no se podrá dar el cambio que hoy en día es prioridad número uno del pensamiento crítico arquitectónico y urbano. Los principios de la arquitectura bioclimática y del urbanismo ambiental pueden trazar una alternativa a la visión tecnócrata económica global, de la cual parece estar esclavizada la práctica contemporánea de la construcción, ya que la producción de espacios no cumple el mínimo de dignidad y condiciones de habitabilidad para sus habitantes.

## Bibliografía

- Andreadaki, E. (2006), *Diseño bioclimático. Ambiente y sostenibilidad*, Thessaloniki, University Studio Press.
- Architects, Revista de SADAS-PEA, No 44, pp. 71-80, abril de 2004.
- Cuchí A, Wadel G, Lopez F, Sagrera A, 2007.
- Eythymopoulos, I. (2000), *Ciudad y sostenibilidad*, Ed. Stochastis, Atenas.
- Papapetrou, M. (2008), "Sostenibilidad y arquitectura tradicional griega", en *Nayplio*, 4º coloquio PEEKPE.
- Tsipiras, K. (2000), *Diseño bioclimático en edificios*, Atenas-Systems International S.A.
- Tzelepis, P. (1997), *Arquitectura vernácula griega*, Ediciones Themelio, Atenas.
- Proyecto de implementación de microsistema de almacenamiento de energía solar, Oficinas VINCI en Toulouse. Desarrollado y patentado por Spyridon Vassis, Ingeniero en Energía Renovable.
- Plan Maestro la Terna, Tuxtla, Chiapas, 33 has. Desarrollado por Región Atthika Arquitectura y Urbanismo, 2015
- Indicadores del Desarrollo Mundial, 2013.
- Architectural Record, 2017, núm. 4, pp. 59-60.
- Programa de Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA), *Buildings and Climate Change Summary for Decision-Makers 2009*.
- Vassis, X. (2015), "Experiencias de sustentabilidad en la arquitectura tradicional de las islas griegas", en *Hábitat sustentable II*, UAM Azcapotzalco, México.
- "Certificación del urbanismo ecológico", Estudio elaborado por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, Ministerio de Fomento, Gobierno de España.
- Nikolopoulou, Marialena (Comp.) (2002), "Diseño de espacios urbanos abiertos con criterios bioclimáticos", en *Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces*, KAPE.
- Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español* (2010), Ministerio de Vivienda, Gobierno de España, abril.
- Nogueira Berrocal, Gabriela (s/a), "Certificaciones de Urbanismo, Análisis comparativo y transversal de los programas de certificación con criterios de sostenibilidad, Tesis Universidad Politécnica de Catalunya.
- Danakos, Marios (2011), "Principios y aplicaciones del diseño urbano bioclimático", Tesis AUTH, febrero.
- Monterotti, C. (2017), Certificaciones ambientales de edificios. Observaciones sobre su contribución a la transformación del sector de la edificación, enero, [ecohabitar.org](http://ecohabitar.org)
- Sánchez Fermín, S. "Normas y certificaciones de edificación sustentable en México". En revista Obras. [obrasweb.mx construccion/2014/08/28/11-normas-y-certificaciones-de-edificacion-sustentable-en-mexico](http://obrasweb.mx/construccion/2014/08/28/11-normas-y-certificaciones-de-edificacion-sustentable-en-mexico)
- Informe ONU sobre la población urbana, 2014.
- Informe Clean Air Institute, 2013.
- Indicadores del Desarrollo Mundial, 2013.
- WWF y Global Footprint, 2017.
- Organización Meteorológica Mundial, OMM, 2017
- Office of the Federal Environmental Executive [travelphoto.gr](http://travelphoto.gr)
- [gettyimages.com](http://gettyimages.com)
- [perierga.gr](http://perierga.gr)
- [athinorama.gr](http://athinorama.gr)
- <http://www.ecohabitar.org>
- OMS, "México 2º país de América Latina con más muertes por contaminación.. <https://www.animalpolitico.com/2013/04/mexico-2o-pais-de-al-con-mas-muertes-por-contaminacion-oms/>

## Referencias electrónicas

- Fernández, L. "Edificios sustentables. Prácticas exitosas para la reducción del impacto ambiental en edificios verdes". Revista especializada Schneider en Línea. [www.schneider-electric.com.mx/documents/soporte/publicaciones-tecnicas/revista-schneider-en-linea/EnLineaJulio2010.pdf](http://www.schneider-electric.com.mx/documents/soporte/publicaciones-tecnicas/revista-schneider-en-linea/EnLineaJulio2010.pdf)
- Guerrero Mothelet, Verónica (2016), "Construcción de contaminantes", <http://blogs.ciencia.unam.mx/paradigmaxi/2016/04/11/construccion-de-contaminantes/>

